

論文

低学年への GPS を利用した技術者育成教育

葉山 清輝* 角田 功* 山崎充裕**

The engineer education using Global Positioning Systems for the lower classes at KNCT.

Kiyoteru Hayama*, Isao Tsunoda*, Mitsuhiro Yamasaki**

Abstract We have performed the experimental learning using the Global Positioning Systems (GPS) under the school events and the homeroom activities. Through this experimental learning program, we are able to educate (1) the awakening of interest in space-technology and (2) the performing of the ecological commuting for the lower classes at KNCT, Kumamoto Campus.

キーワード : GPS, 技術教育, キャリア教育

Keywords : Global Positioning System (GPS), Technology Education, Carrier Education

1. はじめに

本校は、宇宙航空研究開発機構（JAXA）ほか宇宙産業関連会社にロケットや衛星の開発や搭載機器の開発、衛星の管制、運用に関わる数多くの技術者を輩出しており、現在でも多数の本校卒業生が同業務で活躍している。

一方、2010年6月13日の小惑星探査機「はやぶさ」帰還のニュースは宇宙技術に関する社会の関心を高めているが、本校の卒業生には宇宙技術に関わる進路もあることを学生自身はあまり知らない。

本研究では、特に低学年に向けて宇宙技術への興味喚起と技術者としてのキャリア教育を目的として、既に身近になってきている宇宙技術の応用である全地球測位システム（Global Positioning System, GPS）を教材に使った教育の取り組み事例を紹介する。



図1 購入した GPS

Fig. 1. Photograph of GPS

2. 使用した GPS

教育面での多岐にわたる利用の可能性を想定し、操作が容易であること、各種 GPS データがその場で確認できる表示機能を持っていること、ログ機能があること、安価であることなどの条件を見たす GPS ロガー（HOLUX, m-241⁽¹⁾）を選定した。GPS を同時に使用することを想定し、平成 20 年度教育研究助成⁽²⁾により 12 台購入した（図 1）。GPS ロガーの仕様を表 1 に示す。

表1 GPS の仕様

Table 1. Specifications of GPS

使用チップ	MTK (メディアテック)
アンテナ	内蔵
DGPS	WAAS/MSAS(予定)
感度	-159dBm
精度	位置: 3.0m CEP, DGPS 時 2.2m
表示機能	ログステータス・日時・座標・速度・設定情報
ログ点数	130,000 点
出力形式	NMEA V3.01
PC との接続	Bluetooth, USB
電源・電池寿命	単三電池 1 本, 12 時間作動
寸法・重量	32.1mm x 30mm x 7.45mm, 39g

* 情報通信エレクトロニクス工学科

** 共通教育科

〒861-1102 熊本県合志市須屋 2659-2

Dept. of Control and Information Systems Engineering,
2659-2 Suya, Koshi-shi, Kumamoto, Japan 861-1102

3. GPS を利用した教育事例

3.1 学校行事（新入生合宿研修）における活用

まず、学校行事等の大人数の野外活動における活用事例について述べる。熊本キャンパスでは新入学生を対象に熊本県立天草青年の家で1泊2日の合宿研修を行っている。1クラス約40名の4クラスで約160名の活動となる。通例、2日目の午前中に千巖山への登山と、天草五橋・4号橋付近でのペーロン競争を行っている。これらの野外行事においてGPSログを記録したので報告する。

①千巖山登山におけるGPSログ

千巖山の登山行程は、天草青年の家を出発して徒歩で千巖山に登頂、千巖山展望所を下りて記念撮影、中腹の駐車場まで移動、バスにて船着場まで移動である。登山は1クラスを8班に分けて行い、班毎にGPSを持たせてログを記録させた。バス移動までの行程のGPSログをGoogleMap⁽³⁾に表示させた例を図2に示す。ログは1秒後ごとに記録されているが、図2には、出発時間と展望所到着時間、駐車場到着時間のみ表示させている。得られたGPSログにより行程、高度差、移動速度、各地点での休憩時間等も読み取ることができるため、このようなデータを蓄積し解析を行うことで行事にかかる所要時間の見積り等が可能となり、野外活動の計画改善に活用できると考えられる。



図2 千巖山登山時のGPSログ表示
Fig. 2. GPS log for climbing Mt. Sengen.

②ペーロン競争におけるGPSログ

ペーロン競争の手順は、船着場に集合、漕ぎ方・注意事項の説明、乗船、練習で仏島を回り島南のスタート地点へ、4号橋まで競争、船着場に戻り下船である。図3にペーロン競争中の写真を示す。1艇に14人が乗船し6艇が同時に



図3 ペーロン競争

Fig. 3. Photograph of Dragon boat race.

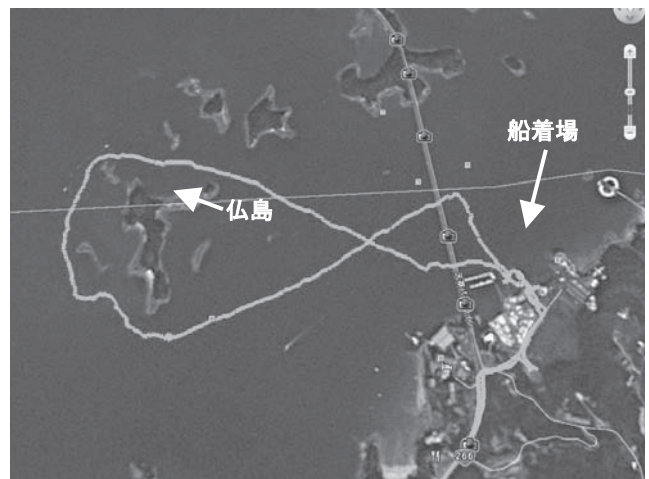


図4 ペーロン競争中のGPSログ

Fig. 4. GPS log during Dragon boat race.

競争する。

各艇にGPSを持たせてログを取った結果を図4に示す。乗船時の視点からは分かりにくい航行経路が地図上で表示できることがわかる。今回は使用しなかったが、航行中に速度や進行方向を表示できることから号令役が速度計測をし、最高速度を競わせるなども考えられる。当然、事後にGPSログデータを解析し、討議することもできる。なお、今回のペーロン競争においてGPSログを調べた結果、競争時の平均的なタイムは約6分30秒、航行速度は約7km/hと計測された。

3.2 ホームルームの題材として活用

体験学習を通してGPSの技術的側面を学びながら、低学年のキャリア教育につなげる試みとして、1年生（平成21年度1年4組）のホームルームでの実践例について述べる。

1年では専門科目が少なく基礎的な内容のみカリキュラムが組まれており専門科目でGPSを扱うことはできないので、柔軟な取り組みが許されるロングホームルーム（LHR）

を使って表2に示すプログラムで学習を行った。1週目は本校の卒業後に宇宙関連企業への就職し、衛星設計、製造、管制などに関わっている卒業生がいることを紹介するなどの趣旨説明と、動画⁽⁴⁾を用いたGPSの原理説明を行った(図5)。続いてGPSロガーの取り扱い方法を説明した後、グラウンドに出て緯度経度、移動方位表示、移動速度表示など取り扱い方法の確認をさせた。なお、速度表示は学生の興味を引いたようで、GPSを持ってグラウンドを走り最高速度を競い合う学生が見られた。

表2 GPSを用いた体験学習

Table 2 Schedule of the experience learning by using GPS.

1 週目	趣旨説明, 原理説明, GPS の操作説明
2 週目	GPS ログでグラウンドに絵を描こう(計画)
3 週目	GPS ログでグラウンドに絵を描こう(実践)
4 週目	結果公表, まとめ

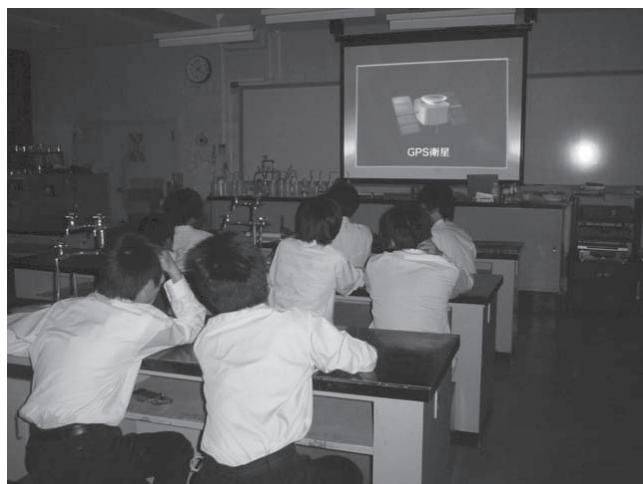


図5 動画によるGPSの原理説明

Fig. 5. Explanation of principle for GPS system.

2週目は「GPSログでグラウンドに絵を描こう」という課題を出した。図6は課題説明として熊本キャンパス敷地境界を歩いてGPSログを記録しGoogleマップに表示して学生に例示したものである。数名の自由なグループに分かれてもらい、どのような絵を描いてみるかの計画を立てさせた。

3週目はグラウンドに出て計画に従いGPSのログ記録を行った。なお、GPSログの整理は教員側で行った。

4週目に各班の計画とGoogleマップ上のログを公表し、まとめとして一連の取り組みで学んだことを提出させた。図7は学生によるGPSログの一例で、グラウンドに星印を描いたものである。ほかには、校舎の回りを回る、校内通路を歩いてみる、丸を描くなどがあった。

一連の学習を通じ、GPSに対する技術的興味・関心を持った、通信技術分野への関心を持ち、上級生での学科の勉強に興味を持った、将来の進路として宇宙関連の企業に就職したい、などの学生の感想が得られた。

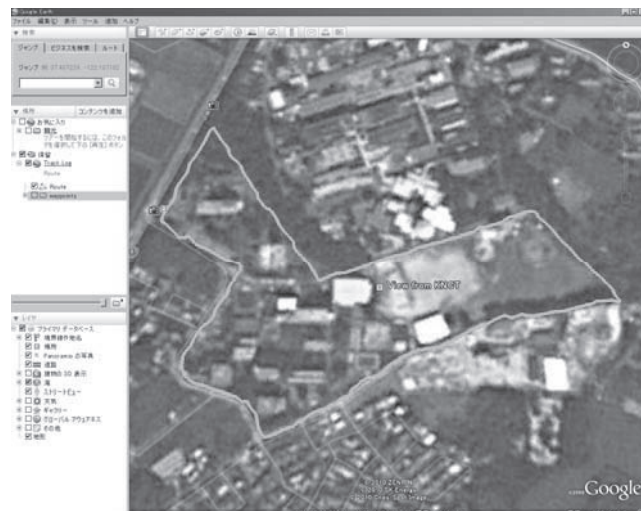


図6 GPSログの表示例

Fig. 6. Example of GPS log on Google Map.



図7 学生のGPSログの例

Fig. 7. GPS log on Google Map by student.

3.3 環境意識教育(エコ通学)への活用

環境問題への関心と環境意識教育の題材としてGPSを利用できないか考え、バイク通学をしている学生にエコドライブ(経済的な運転、通学を想定した場合は「エコ通学」と記す)を心がけることで燃費がどのくらい変わるのかを実践してもらい、クラス全体に環境意識を持ってもらう題材とした事例を紹介する。なお、本事例は、平成22年度電子工学科3年を対象にLHRで表3のプログラムを実施した。

表3 GPSを用いたエコ通学の体験

Table 3. Schedule of the experience for the ecological commuting by using GPS.

1 週目	GPS の操作説明, バイク通学者に登下校時のログ記録を依頼
2 週目	登下校ログを公表, エコ通学の趣旨説明
3 週目	エコ通学のログを公表, まとめ

1 週目は GPS の操作説明のみを行い、バイク通学者に 1 から 11 までの番号を付けた GPS を渡して登下校時のログの記録を依頼した。

2 週目は GPS ログから速度変化のグラフを公表し、エコ通学の趣旨説明をした。

3 週目はエコ通学の GPS ログから速度変化のグラフを公表し、纏めを行った。

なお、使用した GPS ロガーはリアルタイム表示では様々な機能を持つが、ログとして残るのは表 4 のように 1 秒毎の緯度、経度、高度及び時間のみであるので、次のような計算式で移動速度を算出した（表 5）。移動速度については移動距離の差分により計算した。

$$\text{南北移動距離} = \text{緯度差} / 180 * 3.14 * 6378000 \quad (1)$$

$$\text{東西移動距離} = \text{経度差} / 180 * 3.14 * 6378000 * 0.84 \quad (2)$$

ただし、地球の半径は 6378km とする。

$$\text{北緯 } 32 \text{ 度において } \cos 32^\circ = 0.84$$

$$\text{移動距離} = \sqrt{(\text{南北移動距離})^2 + (\text{東西移動距離})^2} \quad (3)$$

表 4 GPS ログの例

Table 4. Example of GPS log data for the ecological commuting.

東経	北緯	高度	時間
130.7593842	32.871563	87.08	Wed Jun...
130.7593842	32.8715668	87.16	Wed Jun...

表 5 移動距離の計算例

Table 5. Example of the calculation of the distance covered by motorcycle.

経度差の距離	緯度差の距離	移動距離m
0	0.423	0.423
-1.429	-0.423	1.490

図 8 に LHR の様子を、図 9 に GPS ログより得られた速度変化のグラフの例をそれぞれ示す。この学生は通常は平均 40 km/h 程度で走行し、一部で速度を上げて走っているよう



図 8 エコ通学の趣旨説明の様子

Fig. 8. The situation of the explanation for ecological commuting.

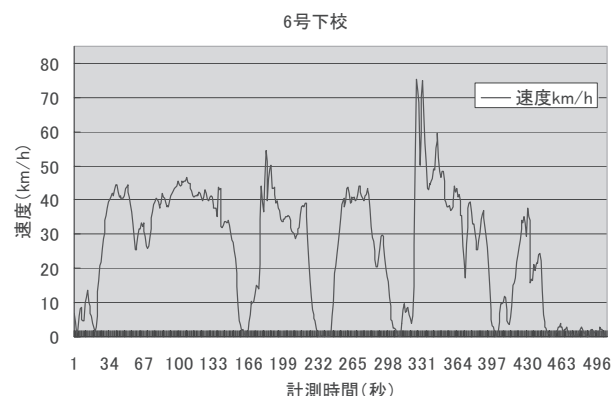


図 9 GPS（6 号）による下校時の速度変化

Fig. 9. The velocity change at get out of school before the guidance of the ecological commuting (GPS No.6).

であるが、通常は道路の混雑状況や信号停止などにより、一定速度で走ることはほとんどできていないことが分かる。更に、加速や減速が数秒以内で終わっており、急な加減速をしている様子が分かる。

環境に配慮し環境負荷や燃料消費を抑えて走るエコドライブが公的機関からも推奨されており、エコドライブの心得として以下の 10 項目（自動車運転時、内容は抜粋）が紹介されている⁽⁵⁾。

1.ふんわりアクセル

普通より緩やかに発進するだけで 11%程度燃費が改善

2.加減速の少ない運転

速度ムラで市街地で 2%、郊外で 6%程度燃費が悪化

3.早めのアクセルオフ

エンジンブレーキで 2%程度燃費が改善

4.エアコンの使用を控えめに

外気温 25℃の時のエアコンを使用で 12%程度燃費が悪化

5.アイドリングストップ

10 分間のアイドリングで、130cc 程度の燃料を浪費

6.暖機運転は適切に

暖機不要。5 分間暖機すると 160cc 程度の燃料を浪費

7.道路交通情報の活用

1 時間中に 10 分余計に走行すると 14%程度の燃費悪化

8.タイヤの空気圧をこまめにチェック

空気圧が適正値より 0.5kg/cm²不足で 2%～4%燃費が悪化

9.不要な荷物は積まずに走行

100kg の不要な荷物を載せて走ると、3%程度燃費が悪化

10.駐車場に注意

路上駐車は交通渋滞をもたらす。平均車速が時速 40km から時速 20km に落ちると、31%程度の燃費悪化に相当

これらを参考に燃費の良いエコ通学を目指すため、GPS ログのみを元に燃費の数値比較ができる燃費シミュレーション方法を考案した。この方法で得られる数値の確度は低い、バイクの機種や排気量に依存せず学生の運転の特性による燃費を相対値として比較できる利点がある。

燃料消費 F は、①速度に比例した成分 F_1 、②空気抵抗による燃料消費分 F_2 、③加減速の頻度に依存する成分 F_3 を考えると、

$$F=F_1+F_2+F_3 \quad (4)$$

で表されると仮定する。速度を v とすれば、

$$F_1=k_1 \cdot v \quad (5)$$

$$F_2=k_2 \cdot v^2 \quad (6)$$

加速度は速度の差分 $\Delta v / \Delta t$ とする。加速と減速による速度変化を積算すれば速度は 0 となり、燃料消費が単に加速度に比例すると考えると加減時は燃料消費が増え、減速時は燃料消費が減ることになり、加減速を繰り返すと燃料消費が増えることにはならない。そこで、加減速の頻度で燃料消費が増えることと仮定して以下の式を使用した。

$$\text{加速時: } F_3=k_3 \cdot \Delta v / \Delta t \quad (7a)$$

$$\text{減速時: } F_3=0 \quad (7b)$$

比例係数は以下の条件の元に決定する。

① 一般的な 50 cc スクータの燃費の定地走行燃費は約 60 km/l、加減速による燃料消費量増加により通常走行の燃費は定地走行の半分の 30 km/l とする⁽⁵⁾。

② 空気抵抗は 25 km/h の時の燃料消費の約 9%分に相当するとして比例係数を計算（自動車で取られたデータより類推⁽⁶⁾）。

以上より、先に示した 6 号 GPS 所持者の下校時のデータを基準に比例係数を決めると、

$$k_1=4.63e-6, k_2=2.12e-8, k_3=4.37e-5 \quad (8)$$

となった。これを元にその他の走行データにおける燃費を算出し、比較検討を行った。

表 6 はエコ通学指導前のバイク通学の学生の登下校時の走行より燃費計算を行った結果である。なお、GPS に付けた番号で区別している。本実験では 11 台の GPS を学生に渡したが、GPS の故障、操作のミスや電池の残量不足などの原因で一部しかデータが取れなかった。ここで、6 号下校を燃費 30 km/l の基準値として他のデータを比較してみると、バイクの種別によらない仮定のもとの理論計算であるにもかかわらず、燃費が最低 27.08 km/l、最高 40.92 km/l と大き

表 6 エコ通学指導前の燃費計算

Table 6. Calculation results of the fuel consumption before the guidance of the ecological commuting.

	移動距離 離積算 (km)	平均 速度 (km/h)	速度 依存 消費	空気 抵抗 消費	加減 速消 費	総燃 料消 費	燃費 (km/l)
3 号登校	2.66	18.59	0.04	0.01	0.03	0.09	31.07
3 号下校	4.16	19.47	0.07	0.01	0.07	0.15	27.08
4 号登校	14.89	29.14	0.25	0.05	0.1	0.39	37.91
4 号下校	14.74	30	0.25	0.05	0.11	0.4	36.69
5 号登校	5.89	27.71	0.1	0.02	0.06	0.17	33.79
5 号下校	6.25	18.57	0.1	0.02	0.07	0.19	32.12
6 号登校	4.11	26.56	0.07	0.01	0.04	0.12	35.36
6 号下校	3.59	25.57	0.06	0.01	0.05	0.12	30
9 号登校	6.37	20.45	0.11	0.01	0.07	0.19	34.25
9 号下校	6.54	22.56	0.11	0.01	0.08	0.2	32.87
11 号登校	11.56	27.8	0.19	0.03	0.1	0.32	35.92
11 号下校	10.75	33.89	0.18	0.03	0.05	0.26	40.92

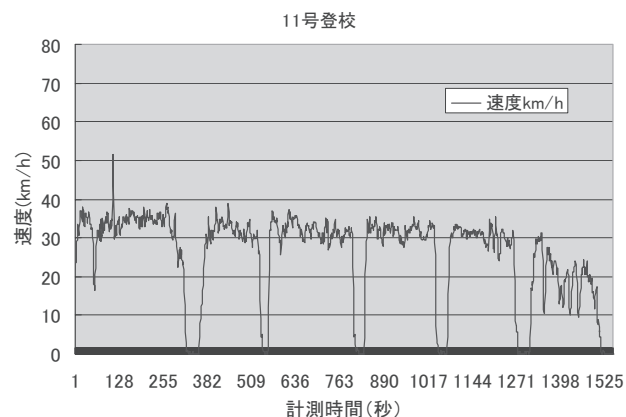


図 10 GPS (11 号) による登校時の速度変化 (エコ通学)

Fig. 10. The velocity change at the attending school after the guidance of the ecological commuting (GPS No.11).

な開きが見られ、学生により運転状況が大きく異なることが分かる。

次に、エコ通学の指導を行い、指導後に学生の登下校時の GPS ログを記録してもらった。GPS ログの例を図 10 に示す。信号停止以外は原付バイクの法定速度 30 km/l のほぼ一定速度で走行し無駄な加減速がない走行をしていることが分かる。

GPS ログを元に燃費計算し、エコ通学指導前後の燃費比較を表 7 に示す。燃費向上率が最低で-11.1%，最高 20.1% となっていることから、算出される燃費は登下校時の渋滞状況などに大きく依存すると考えられる。登校時のみの燃費向上率を計算すると-0.7%と若干悪くなっているものの、下校時のみの燃費向上率は 6.3%と計算され大幅に燃費が向上し、平均の燃費向上率は 2.8%となり、エコ通学の指導により燃費が向上し、環境負荷軽減に微力ながら貢献できた内容となった。

表 7 エコ通学指導前後の燃費比較

Table 7. The comparison of the fuel consumption before and after the guidance of the ecological commuting.

	燃費 (km/l)		燃費向上率 (%)
	エコ指導前	エコ指導後	
4 号登校	37.91	33.7	-11.1
4 号下校	36.69	38.04	3.68
5 号登校	33.79	33.38	-1.21
5 号下校	32.12	34.18	6.41
6 号登校	35.36	35.62	0.74
6 号下校	30	36.05	20.1
9 号登校	34.25	35.71	4.26
9 号下校	32.87	35.14	6.91
11 号登校	35.92	37.25	3.7
11 号下校	40.92	38.64	-5.57
平均	34.98	35.77	2.26

3.4 安全運転教育への活用の可能性

前項のエコ通学の指導前後の GPS ログの平均速度変化について表 8 に示す。学生に指導したのは燃費の良い走行心がけることであったが、2 次的な作用としてエコ運転を心がけることで、ほとんどの学生の平均速度が下がり、前データを平均すると -3.5 km/h になった。このことからエコ通学指導は学生の安全運転にもつながることを意味すると考えられる。

更に積極的な安全指導の取り組みとして、例えば交通違反の頻度の多い学生に GPS ログを提出させ、速度超過がないかなどの指導に GPS を利用するなどとも考えられる。

表 8 エコ通学指導前後の平均速度比較

Table 8. The comparison of the average velocity before and after the guidance of the ecological commuting.

	平均速度 (km/h)		平均速度差 (km/h)
	エコ指導前	エコ指導後	
4 号登校	29.14	24.8	-4.34
4 号下校	30	30.66	0.66
5 号登校	27.71	21.63	-6.08
5 号下校	18.57	10.26	-8.31
6 号登校	26.56	23.84	-2.72
6 号下校	25.57	23.32	-2.25
9 号登校	20.45	21.97	1.52
9 号下校	22.56	21.72	-0.84
11 号登校	27.8	22.27	-5.53
11 号下校	33.89	25.8	-8.09
平均	26.23	22.63	-3.60

4. まとめ

学校行事の一部やホームルームを使って、既に身近にあるが技術的にはあまり知られていない GPS について技術的な学習を行った。実際に利用させてみた結果、宇宙技術への興味喚起ができたとともに、進路の選択肢として宇宙技術分野についても考えさせることができた。また、GPS の応用例としてエコドライブの指導を行うことで環境に配慮した低燃費のエコ通学を実践できた。更に、2 次的な効果として安全運転指導に活用できる可能性も得た。

他にも、本校が宇宙関連技術者を輩出していることはあまり知られていないことから、これを積極的にアピールことは、本校の入学志願者増にも貢献できると考える。このため、一般向け、中学生向けの市民講座として GPS を利用した宇宙技術入門の講座を企画し⁽⁷⁾、予算申請をしたが残念ながら今年は補助を受けられず、実施することはできなかった。今後とも同様な企画を提案していきたい。

(平成 22 年 9 月 2 日受付)

参考文献

- (1) HOLUX 社 Web ページ, http://www.holux.com/JCore/en/products/products_content.jsp?pno=341
- (2) 山崎充裕, 自主的なものづくり活動を推進する学生の育成を目的とした実証的研究, 平成 20 年度校長裁量経費・教育研究助成。
- (3) Google マップ, <http://maps.google.co.jp/>.
- (4) サイエンスチャンネル, 科学はじめての一步, (8) GPS でどうして位置がわかるんだろう?, http://sc-smn.jst.go.jp/8/bangumi.asp?i_series_code=I050606&i_renban_code=008
- (5) <http://www.honda.co.jp/motor/> などバイク製造元の燃費公表値より
- (6) チャレンジ 25 キャンペーン, エコドライブ 10 のススメ, <http://www.challenge25.go.jp/practice/carlife/10advice/index.html>
- (7) 地域の科学舎推進事業 (JST) など, <http://rika.jst.go.jp/chiikikagaku/21boshu.htm>